

# 基于 DEA 模型的中国主要轿车 企业生产效率分析

白雪洁,戴小辉

(南开大学 经济与社会发展研究院产业经济研究所,天津 300071)

**摘要:**文章利用数据包络分析法(DEA)对中国12家主要的轿车生产企业2001~2004年的生产经营效率进行总体分析与评价,并利用Malquist生产力指数对这些企业的效率变动进行了分析。研究结果表明,中国主要轿车企业的生产经营效率总体上呈现逐年提高之势;同时企业的股权结构、含有外资的企业的股本来源、企业的区域分布以及所属不同企业集团等因素都会使企业在技术效率、纯技术效率与规模效率方面存在差异;动态效率分析的结果表明中国轿车业总体上还处在依靠规模扩张的量的增长阶段,行业技术进步对效率提升的作用微弱。这表明,要从根本上提高中国轿车业的生产经营效率,必须推进行业技术进步,提高技术进步对全要素生产力改善的贡献率。

**关键词:**数据包络分析法(DEA);轿车企业;效率;动态效率

**中图分类号:**F270.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2006)10-0035-13

## 一、引言

20世纪90年代后期以来,中国汽车业以其高速增长成为拉动GDP增长的有力因素。中国汽车市场连续数年高水平的需求增长吸引全球的汽车产业资源迅速流向中国,企业股权构成复杂,生产经营理念和方法存在较大差异。产业内的资源整合力度加大,从组装企业的角度看,寡头垄断型的市场结构逐渐形成。汽车较高的地域性产品特征,使得分布在不同地域的企业面临的生产经营环境也有所不同。汽车产业所具有的高度加工组装特点更使得组装厂商的产业代表性很强,其生产效率的高低将直接影响到产业链整体的效率水平和竞争能力,而轿车制造业则是一国汽车产业的灵魂。

中国汽车产业在加入世贸组织后争取到3年的过渡期:即从2002~2004年继续实行汽车进口的配额许可证管理,汽车及其关键部件的进口配额在

---

收稿日期:2006-06-20

作者简介:白雪洁(1971—),女,内蒙古哲里木盟人,南开大学经济与社会发展研究院产业经济研究所副教授;

戴小辉(1983—),男,湖南冷水江人,南开大学经济与社会发展研究院产业经济研究所。

2000年60亿美元的基础上每年递增15%。同时,逐年降低汽车进口关税,整车关税从排量3升以下70%和排量3升以上的80%的水平,下降到2006年7月1日的25%。中国完成了入世承诺的降税义务,同时也宣告汽车产业的受保护历史已经结束。增强中国汽车产业竞争力成为当务之急。企业竞争力是产业竞争力的载体,而企业竞争力的构成是多层面的,其中投入产出效率是决定企业竞争力的一个关键因素。

## 二、文献回顾

目前国内研究中国汽车产业的文献主要停留在定性分析状态,研究主题集中在汽车产业竞争力、外资对中国汽车产业发展的影响、中国汽车产业发展战略、技术创新与汽车产业发展、汽车产业政策的效果与作用等方面,而对汽车企业生产效率的实证研究几乎是空白。在定性研究之外,对产业绩效的研究,基本是利用产业组织的SCP分析方法,测度产业总体的利润率和技术进步率,或是通过计算勒纳指数、贝恩指数等判断产业是否存在垄断力量和超额利润。赵玻、王连(2004)利用回归分析方法得出,中国汽车产业技术效率处于较低水平,在影响汽车产业技术效率的行业变量中,资本劳动比率、工程技术人员比重促进了技术效率的提高,但研发支出比重和产量增长率却阻碍了技术效率的提高。

目前能够查阅到的利用DEA方法研究中国汽车产业的主要文献是胡洪力(2004)采用数据包络分析方法(DEA)中的CCR、BBC和NIRS模型,对我国1992~2001年轿车企业整体规模经济状况进行了实证分析,得出我国轿车企业规模经济是存在的,并且最小经济规模(EMS)随我国轿车工业的技术进步和市场需求的增加不断增长,但是2001年我国轿车企业的平均EMS仅为63 957辆,远远小于我国学者所估计的年产20~30万辆的规模。作者还发现我国轿车企业在1992~2001年这10年中有7年规模收益递减,其余3年规模收益不变,从而说明我国平均的轿车生产企业规模不是太小,而是偏大了,并将其归因于我国轿车生产企业的投入产出效率太低,尤其是企业的盈利能力太低。

从国际上其他国家或地区的文献来看,DEA作为产业或企业效率分析工具更多地应用在服务性行业(包括公共服务领域)。在制造业方面,台湾学者采用DEA进行研究的比较多,范围涉及食品加工、钢特制造、纺织、汽车零部件、电子信息等行业。在汽车行业方面,Christos Papahristodoulou(1997)从消费者效用最大化角度考虑,采用DEA方法分析了1996年所属不同国家的汽车企业所生产的121种不同车型的性价比情况,进而比较不同国家汽车企业的市场竞争力状况。Inha Oh, Jeong-Dong Lee, Seogwon Hwang, Almas Heshmati(2004)也是从消费者效用最大化角度,运用DEA方法分析韩国国

内汽车企业所生产的汽车的性价比情况,从而比较韩国国内不同汽车企业的市场竞争力状况。谢嘉峰(2004)运用 DEA 方法分析了台湾 50 家汽车零配件企业从 1999 年到 2001 年的效率变动情况,得出大多数企业处于技术无效率状态,而且主要源于纯技术无效率。除此之外,研究汽车产业效率的文献中,Seema Sharma(2004)运用全要素生产力指数方法分析了印度汽车产业在 20 世纪 90 年代初逐步开放之后到 2003 年这段期间内的生产效率变动情况,以及影响生产效率变动的各种因素,得出印度汽车产业的对外开放并没有带来生产效率的提高。

中国汽车产业从企业微观主体的角度看,特征十分明显。仅就轿车企业而言,世界轿车企业的“6+3”,即 6 大企业集团和 3 大独立企业均在中国投资设厂,使得中国轿车企业的所有权形式多样。从企业的地域分布看,既有位于东部经济发达地区的,又有位于中西部经济欠发达地区的。从轿车企业的所属关系看,虽然大部分企业都分属三大汽车企业集团,但也有少数独立企业。这些都可能成为影响企业生产效率的重要因素。本文将在充分考虑上述特征的基础上运用 DEA 及 Malmquist 生产力指数方法评估中国主要轿车企业的相对生产效率及效率变动情况。

### 三、研究方法与工具

目前,分析企业或组织生产效率的方法有很多,从技术上大致分为两大类,即参数分析法和非参数分析法,参数法需要根据不同的假设选定生产函数的形式并对参数进行估计,常用的有随机前沿方法(SFA)、自由分布方法(DFA)和厚边界方法(TFA)等。非参数法则无需设定具体的生产函数形式及估计具体的参数值,代表性的有数据包络分析法(DEA)。

#### 1. 数据包络分析法(DEA)

DEA 是一种无参数法,是用来衡量具有多项投入与多项产出的决策单位(Decision Making Unit,简称 DMU)的相对效率的一种方法。其以线性规划的方法评估一组同质的决策单位,并求出各个 DMU 的相对效率值,将生产效率相对最优的 DMU 的观测值以“前缘”的方法进行包络,这在经济学上的意义是指所有可能最佳投入产出组合点所组成的边界,据此形成一条包络线,即所谓的效率前缘。这时,所有有效率的受评估单位组成效率前缘,无效率的决策单位落在该前缘之内,并可以通过观测其与效率前缘的距离判断它的改进方向与程度。

DEA 模型分为投入导向和产出导向两种形式,投入导向的模型是在给定产出水平下使投入最少,产出导向的则是给定一定量的投入要素,追求产出值最大。

Farrel(1957)最早提出生产效率衡量的方法,他以“非预设生产函数”代替常用的“预设函数”来推估效率值,并利用数学规划求出效率前缘线。之后

Charnes、Cooper 和 Rhodese (1978) 根据 Farrel 的模型, 将单一产出的效率衡量扩充为多产出模式, 用以评估多元投入与产出的决策单位的相对效率。其原理是在固定规模报酬假定下利用线性规划法及对偶定理, 获得各决策单位的生产前缘, 以计算各决策单位的相对效率。这一方法又被称 CCR 模型, 其公式为:

$$\begin{aligned} \max_{\theta_k, \lambda_j} h_k &= \theta_k - \epsilon \left[ \sum_{i=1}^m s_{ik}^- + \sum_{r=1}^s s_{rk}^+ \right] \\ \text{St} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{ij} - \theta_k Y_{rk} - s_{rk}^+ &= 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_{ik}^- &= X_{ik} \\ \lambda_j, s_{ij}^-, s_{rk}^+ &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$

式中:  $s_{ik}^-$  为投入项的差额变量,  $s_{rk}^+$  为产出项之超额变量,  $\lambda_j$  为赋予各 DMU 之乘数,  $h_k \geq 1$ ,  $(h_k - 1)$  则代表评估 DMU 在投入保持不变的情况下所有产出等比例增加的潜在程度。 $1/h_k$  即表示技术效率值, 它的值在 0 与 1 之间。

假如 DMU 达到生产最优, 即其效率值为 1, 各投入产出构面的最大差额均为 0, 此时生产效率最高, 若没有达到生产最优, 其相对生产效率将小于 1, 则投入面与产出面均有改善的空间。

CCR 模式是假设在固定规模报酬下来衡量整体效率, 但由于并不是每一个 DMU 的生产过程都是处在固定规模报酬之下, 有鉴于此, Banker, Charnes 和 Cooper(1984) 去除了 CCR 模型中规模报酬不变的假设, 而以规模报酬变动取代, 发展成 BCC 模型。BCC 模型能将纯粹技术效率和规模效率区分开来, 可以衡量受评估单位在既定的生产技术情况下, 是否处于最适生产规模状态。BCC 模型的公式如下所示:

$$\begin{aligned} \max_{\theta_k, \lambda_j} h_k &= \theta_k - \epsilon \left[ \sum_{i=1}^m s_{ik}^- + \sum_{r=1}^s s_{rk}^+ \right] \\ \text{St} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{ij} - \theta_k Y_{rk} - s_{rk}^+ &= 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_{ik}^- &= X_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j, s_{ij}^-, s_{rk}^+ &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$

式中:  $s_{ik}^-$  为投入项的差额变量,  $s_{rk}^+$  为产出项之超额变量,  $\lambda_j$  为赋予各 DMU 之乘数,  $(h_k - 1)$  则代表评估 DMU 在投入保持不变的情况下所有产出等比例增加的潜在程度。 $1/h_k$  即纯技术效率值, 当  $1/h_k = 1$  时, 表示 DMU\_k 具

有纯技术效率;当  $1/h_k < 1$  时,表示  $DMU_k$  不具有纯技术效率。对于一个无效率之单位  $k$ ,其位于生产前缘上作为评比之坐标为  $(\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij}, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj})$ ,而公式中的限制式显示  $\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - \theta_k Y_{rk} - s_{rk}^+ = 0$  及  $\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_{rk}^- = X_{ik}$ ,因此无效率的单位欲达到最适境界的效率目标,需作以下之调整:

$$\Delta X_{ik} = X_{ik} - (X_{ik} - s_{ik}^-), i=1, 2, \dots, m$$

$$\Delta Y_{rk} = (\theta_k Y_{rk} + s_{rk}^+) - Y_{rk}, r=1, 2, \dots, s$$

也就是说,对于无效率的决策单位需要减少投入  $\Delta X_{ik}$  及增加产出  $\Delta Y_{rk}$  可以达到有效率状态,这就是 BCC 模型以产出为导向差额变量分析。

最后用 CCR 模型下计算的技术效率值除以 BCC 模型下计算的纯技术效率值就得到各决策单位的规模效率值。

## 2. Malmquist 生产力指数(Malmquist Productivity Index)

Farrell(1957)所提出的效率衡量方法,是在特定期间生产技术不改变的前提下,衡量厂商的产出投入距离生产边界的程度,并将所估计的生产效率指标作为评估受评估单位生产经营效率的指标。但是如果加入“时间”因素,即考虑多期模型,生产技术可能发生变动,因此如果以某一数据期间第一年所评估出的效率值与第二年所评估的效率值做比较,因其生产前缘不同,所以没有比较的基准,若直接比较第一年与第二年分别求出的效率值,将会产生偏差。为了客观衡量技术效率变动、技术变动与全要素生产力的关系,本文使用 Fare, Grosskopf, Lindgren 和 Ross (1992) 定义的 Malmquist 生产力指数(Malmquist Productivity Index, 简称 MPI),也就是 Caves, Christensen 和 Diewert(1982)所提出的第  $t$  期及第  $t+1$  期的 Malmquist 生产力指数的几何平均数,表示如下:

$$M_o(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \left[ \frac{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)}{D_o^t(X^t, Y^t | CRS)} \frac{D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)}{D_o^t(X^t, Y^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

该 Malmquist 生产力指数是假设固定规模报酬下所衡量的指数,它涉及两个单期的距离函数  $D_o^t(X^t, Y^t)$  和  $D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ ,同时也涉及两个跨期产出距离函数  $D_o^t(X^t, Y^t)$  和  $D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ ,如果  $M_o(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) > 1$ ,表示受评估的 DMU 生产力有改善;若  $M_o(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) < 1$ ,表示受评估的 DMU 生产力衰退。而 Malmquist 生产力指数可以分解为技术效率变动及技术变动的乘积,故(1)式可以改写为:

$$M_o(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \frac{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)}{D_o^t(X^t, Y^t | CRS)} \left[ \frac{D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)}{D_o^{t+1}(X^t, Y^t | CRS)} \frac{D_o^t(X^t, Y^t | CRS)}{D_o^{t+1}(X^t, Y^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\text{其中 } EC(CRS) = \frac{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)}{D_o^t(X^t, Y^t | CRS)} \quad (3)$$

$$TC(CRS) = \left[ \frac{D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)}{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1} | CRS)} \frac{D_o^t(X^t, Y^t | CRS)}{D_o^{t+1}(X^t, Y^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

EC 代表的效率变动表示管理方法的优劣与管理阶层决策的正确与否对效率的影响,如果  $EC(CRS) > 1$ ,表示正确的管理方法与决策使得效率改善;如果  $EC(CRS) < 1$ ,表示错误或不当的管理方法与决策使得效率恶化。TC 表示技术进步与否,如果  $TC(CRS) > 1$ ,代表技术进步;  $TC(CRS) < 1$ ,代表技术退步。

#### 四、实证分析

##### (一) 投入产出指标的选取及资料来源

DEA 分析法以决策单元(DMU)的投入产出资料为衡量要素,投入产出项是否合适将会对效率评估结果产生很大影响,投入项和产出项之间具有正相关性是 DEA 模型的一个假设前提。由于资料所限,为了确保 DMU 的同质性,本文的实证对象仅限于中国 12 家主要的轿车生产企业,选取两个最基本的投入要素:年末总资产(万元),即企业年末资产的价值总和,包括固定资产和流动资产;劳动人数(人),即每年年末的在册职工人数。产出指标则根据产品类型分为三类,即经济型轿车(发动机排量在 1.6L 以下的轿车,包括了微型轿车( $V \leq 1L$ )和普通级轿车( $1L < V \leq 1.6L$ )两类)的产量、中级轿车(发动机排量在 1.6L 和 2.5L 之间)的产量和高级轿车(发动机排量在 2.5L 以上的轿车)的产量,用各类轿车的产量作为产出指标,是本文的一个特色,因为以产量作为产出指标更具直观性和客观性。时间跨度是从 2001 年到 2004 年,所有数据均来自于《中国汽车工业年鉴》,因成立时间等原因剔除 4 个不合格样本后,以下实证结果是在 44 个合格样本的基础上完成的。

本研究将影响中国轿车企业生产效率的环境变量分为几类,一是企业股权结构,依据企业是否有外资入股以及中外资的股权比例将 12 家企业分为三类:中外合资且股权比例为 1:1;中外合资且国有控股;民营。二是依据合资与否及合资方所属国家的不同,将 12 家企业分为三类:合资方为欧美企业;合资方为日韩企业;中资企业。三是依据企业所处的地理位置及其经济发展程度,将 12 家企业分为两大类:所处东部;所处中西部。四是依据企业所属集团的不同,将 12 家企业分为四类:所属一汽集团;所属上汽集团;所属东风集团;其他独立企业。

##### (二) 中国主要轿车企业的基本效率评价

###### 1. 总体的规模效率、技术效率分析

为了与中国汽车产业高速增长的事实相吻合,本文采用产出导向的 BCC 模型。BCC 模型的效率分析可获取技术效率值、纯技术效率值和规模效率值三类信息。将 12 家轿车企业 4 年的投入产出数据经过 solver4.0 运行计算,并对各

年度的结果进行整理,可以获得各年度各种效率的平均值,如表 1 所示。

表 1 2001~2004 年中国主要轿车企业的平均生产效率变化

年份	平均纯技术效率	平均技术效率	平均规模效率
2001	0.6643	0.5498	0.7837
2002	0.8141	0.5473	0.6627
2003	0.8633	0.6898	0.7751
2004	0.8926	0.7296	0.7935

资料来源:本研究自行整理。表 2~表 6 的资料来源与此相同。

由表 1 可以看出,2001~2004 年中国主要轿车企业的平均纯技术效率逐年提高,纯技术效率衡量的是以既定投入资源提供相应产出(或服务)的能力,平均纯技术效率逐年提高说明中国轿车企业在既定资源投入下提供产出的能力在逐年提高,而且相比 2001 年,2002 年的提升是飞跃性的;从平均规模效率看,2002 年是 4 年中最低的,但这一趋势在 2003 年得到逆转,在被誉为汽车产业井喷之年的 2002 年,企业的兼并重组以及规模扩张行为使得 2003 年的规模效率达到 0.7751,2004 年则达到 4 年当中平均规模效率的最高值。从 2002 年纯技术效率的飞跃性提升和规模效率的下滑可以得出,造成 2002 年中国轿车企业技术效率下降的原因是规模效率的下降。2003 年之后各种效率均呈现趋势性上升。从统计检验来看,也支持这一结论<sup>①</sup>,即进入 2002 年后,中国轿车企业的平均纯技术效率有所上升,但由于规模效率水平不高,导致中国轿车企业的平均技术效率提升缓慢。

## 2. 不同股权结构的轿车企业效率分析

从资本构成及流动的活跃程度看,中国汽车产业具有较高的对外开放度。20 世纪 80 年代初中国汽车业诞生了最早的合资企业北京吉普,短短 20 余年的时间,世界汽车产业的 9 大巨头(6 家企业集团和 3 大独立企业)纷纷进驻中国,而轿车产业是吸引外资最活跃的领域。外资从最初非控股,到对等乃至控股的股权结构变化,说明其在中国轿车行业中的地位日益巩固。股权结构也成为可能影响轿车企业效率的重要环境变量。根据中国主要轿车企业的股权结构现状,本文将 12 家企业分为三类,分别是中外合资且股权比例为 1:1(6 家);中外合资且国有控股(4 家);民营(2 家)。经过 solver4.0 运行计算得出结果,三种股权结构的轿车企业 4 年的平均效率值如表 2 所示。

表 2 不同股权结构的轿车企业的 4 年平均生产效率

股权结构	平均纯技术效率	平均技术效率	平均规模效率
中外合资(1:1)	0.9421	0.8297	0.8763
国有控股	0.8002	0.5348	0.6337
民营	0.5273	0.3194	0.6572

由表 2 可以看出,就企业股权结构与生产效率的关系而言,无论是技术效率、纯技术效率,还是规模效率,中外合资且股权比例为 1:1 的企业组别都是最高的,而且统计检验的差异性显著,特别是纯技术效率与其他两个组别的差

距明显,这在一定程度上说明引进外资对中国轿车企业运用先进生产技术和管理方法,提高企业的纯技术效率发挥了相当的作用。从平均纯技术效率来看,民营企业这一组别是最低的,仅有 0.5273,这也可以看出,民营轿车企业作为中国汽车产业的新生力量,在提高自身的生产技术和生产管理水平方面,还面临很大课题,纯技术效率水平亟待提高。从规模效率来看,民营企业要高于国有及国有控股的合资企业,前者为 0.6572,后者为 0.6337,但两者的差异性不显著。这说明,国有及国有控股合资企业,以及民营企业在生产规模上还有较大的扩张空间,通过资源整合,兼并重组等形式扩大企业的生产规模至少是提高技术效率的一条途径。

### 3. 不同资本来源的轿车企业效率分析

从资本来源看,中国的轿车企业首先可以分为两大类,一是有国外资本参与的企业组别,二是没有国外资本参与的企业组别,而在第一类企业中,还可以进一步从合资对象国的角度划分为资本来自欧美企业的组别,和资本来自日韩企业的组别。因为不同国家企业的生产经营理念、生产技术和管理方法都有所不同,这也可能成为影响企业生产效率的因素。本文将 12 家企业分为三类,分别是欧美系企业(4 家);日韩系企业(5 家);中资企业(3 家)。经过 solver4.0 运行计算得出结果,三种资本来源的轿车企业 4 年的平均效率值如表 3 所示。

表 3 不同资本来源的轿车企业的 4 年平均生产效率

资本来源	平均纯技术效率	平均技术效率	平均规模效率
欧美	0.8408	0.6963	0.7899
日韩	0.9589	0.8161	0.8516
中资	0.6009	0.3169	0.5752

由表 3 可以看出,从资本来源与生产效率的关系来看,无论是平均纯技术效率、规模效率,还是作为两者乘积的技术效率,都是合资方为日韩企业的最高,其次是合资方为欧美企业的,中资企业的效率最低。且统计检验显示,除了欧美系企业和日韩系企业在规模效率方面差异性不显著之外,其他各方面的效率差异都很显著。究其原因,这与日韩企业普遍重视现场管理,采用先进适用技术,最大化运用资源等生产经营理念和管理方法不无关系。而中资企业平均纯技术效率和规模效率的低下,再次说明中资企业的技术能力、管理水平与国外企业相比还有很大差距,并且在既定生产技术条件下距离最适生产规模的差距也很大,规模效率亟待提升。

### 4. 不同区域的轿车企业效率分析

本文所选取的 12 家主要轿车企业,分布在中国东、中、西三个经济区域,为了确保客观,本文将样本企业分为两大类,即东部地区企业和中西部地区企业。需要说明的是,为了提高不同组别内企业的同质性,对区域的划分不仅限于地理概念,而且考虑到经济发展水平的差异。例如,一汽大众就被划分在中西部地区的组别。具体说来,属于东部地区的企业有 7 家,属于中西部地区

的企业有 5 家。经过 solver4.0 运行计算得出结果,两个地区的轿车企业 4 年的平均效率值如表 4 所示。

表 4 不同区域的轿车企业的 4 年平均生产效率

所处区域	平均纯技术效率	平均技术效率	平均规模效率
东部	0.8582	0.7077	0.8055
中西部	0.7658	0.5426	0.6857

由表 4 可以看出,东部地区轿车企业的平均纯技术效率和规模效率都高于中西部地区的企业。这与东部地区具有相对先进的经营理念,相对先进的生产技术和管理方法,以及相对充足的高级技术管理人才和熟练劳动力供应密不可分。中西部地区企业在上述几方面的劣势使得其平均生产效率落后于东部地区。相比纯技术效率和规模效率,无论在东部还是中西部地区,规模效率都要低于纯技术效率,但这一问题在中西部地区的企业表现得更突出。

### 5. 不同集团属性的轿车企业效率分析

中国三大汽车企业集团由来已久,形成初期,行政干预的色彩较浓。但随着汽车产业开放度和市场竞争度的提高,市场配置资源的力量日趋增强。特别在轿车生产领域,21 世纪初期几次大规模的兼并重组,更加强化了三大汽车企业集团的产业地位。与此同时,以民营资本为主力的部分独立企业,也积极参与到由三大汽车企业集团主导的市场竞争中。本文所选取的 12 家轿车企业,属于一汽集团的有 3 家,属于上汽集团的有 2 家,属于东风集团的有 2 家,其余 5 家为其他类。经过 solver4.0 运行计算得出结果,不同集团所属及其他轿车企业 4 年的平均效率值如表 5 所示。

表 5 不同集团所属企业的 4 年平均生产效率

所属集团	平均纯技术效率	平均技术效率	平均规模效率
一汽集团	0.8683	0.5711	0.6687
上汽集团	0.9695	0.9572	0.9865
东风集团	0.7186	0.4509	0.6039
其他	0.7749	0.6009	0.7474

由表 5 可以看出,无论是纯技术效率还是规模效率,上汽集团都以接近 1 的效率水平高居榜首,与总体排名第二的一汽集团相比,两者之间生产效率上的差距,主要源于一汽集团所属企业远没有达到规模效率的状态,因为在纯技术效率方面一汽集团与上汽的差距是 0.1 左右,而在规模效率方面的差距是 0.32 左右。另外,平均 0.9865 的规模效率水平,说明上汽集团的轿车企业在现有生产技术条件下即将达到最适规模状态,有必要谨慎投资,适当控制规模扩张。东风集团所属企业的纯技术效率和规模效率不仅在三大汽车企业集团中是最低的,而且还略低于其他企业的水平。对东风集团的企业而言,规模效率低下对其技术效率的制约作用更大。值得注意的是,其他类企业的规模效率水平甚至高于一汽集团所属企业,前者为 0.7474,后者为 0.6687,这说明在扩大规模,克服散、小、差方面,一汽集团与东风集团面临基本相同的课题。以

上结果从另一侧面反映出,吉利、奇瑞等中国轿车生产的新生力量,其平均生产效率并不是最低的,它们的出现对中国轿车工业发展具有积极意义。

### (三) 中国主要轿车企业的动态效率评价

动态效率考察的是在生产技术可变条件下的效率变动情况,因为计算软件要求考察期间内各年样本构成和数量的平衡,本文只能选取 11 家企业 3 年(2002~2004 年)的数据,刚刚能够达到动态效率研究的经验法则所要求的样本数两倍于投入产出变量的总和,以及最少两年的时间要求。由前面分析可知,表示生产力变动的 Malmquist 生产力指数可以进一步分解为技术效率变动和技术变动。其中,技术效率变动表示管理方法的优劣与管理阶层决策的正确与否对效率的影响,而技术变动表示行业的技术进步。技术效率变动又可以进一步分解为纯技术效率变动和规模效率变动。由 Deap2.1 软件运行的结果整理出表 6。

表 6 中国主要轿车企业的平均 Malmquist 生产力指数及各项效率变动

效率评价期间	技术效率变动	技术变动	纯技术效率变动	规模效率变动	Malmquist 生产力指数
2002~2003 年	1.233	0.873	1.023	1.206	1.076
2003~2004 年	1.001	1.106	1.010	0.991	1.107
2002~2004 年	1.111	0.983	1.017	1.093	1.092

由表 6 可以看出,在 2002~2003 年,2003~2004 年中国轿车业的 Malmquist 生产力指数都大于 1,这表明,中国轿车行业的生产力总体上呈现改善的趋势。但改善的幅度并不大,特别是 2002~2003 年间,Malmquist 生产力指数仅为 1.076,即 2003 年中国主要轿车企业的全要素生产力相比 2002 年仅增长 7.6%。进一步分析可以发现,2002~2003 年中国轿车业的生产力改善主要源于技术效率变动,技术效率增长贡献 23.3%,而技术进步贡献率下降 12.7%。分析技术效率增长的原因又主要源自规模效率提升,这与前文中国主要轿车企业 2003 年相对于 2002 年的规模效率得到大幅度提升的结论是吻合的。因为技术效率变动表示管理方法的优劣与管理阶层决策的正确与否对效率的影响,这说明 2002~2003 年中国轿车企业扩大规模等生产经营决策对生产力提升产生了积极影响。2004 年中国主要轿车生产企业的全要素生产力相比 2003 年增长 10.7%,与上个时期明显不同的是技术效率增长贡献只有 0.1%,而技术进步贡献 10.6%。这说明,虽然相比电子信息、生物科技等部分高度技术密集、知识密集产业,汽车业的技术密集特征并不十分突出,但上百年的世界汽车产业发展史证明,技术进步是延长汽车产业生命周期的一个关键因素,特别对中国这样的产业后发国家而言,利用技术扩散效应,加快技术进步是提升产业生产力的一项战略选择。2002~2004 年中国主要轿车企业的全要素生产力平均增长 9.21%,其中技术效率增长平均贡献 11.1%,而技术进步贡献平均下降 1.9%。这说明中国轿车业的生产力改善主要还是由规模效率提升等技术效率增长来实现,技术进步的贡献率总体上

不升反降,说明中国轿车业的全要素生产力提升基本还没有达到以技术进步为支撑的质的增长阶段。

另外,从样本个体的角度来看,DEAP2.1 的输出结果表明,与 2002 年相比,2003 年中国 11 家主要轿车生产企业中有 7 家企业的全要素生产力相对提高,4 家企业的全要素生产力相对下降;2004 年也有与 2003 年同样的结果。

## 五、结论及引申

本文利用资料包络分析(DEA)模型和 Malmquist 生产力指数对中国主要轿车企业的生产效率进行分析,需要说明的是,因为 DEA 方法具有研究的是相对效率这一局限性,使得以下研究结论也仅适用于中国主要轿车企业这一范围。

第一,从 2001 年到 2004 年,中国轿车业的技术效率总体上呈提升之势,虽然 2002 年相对 2001 年略有下降,这主要是由规模效率下降造成的。值得关注的是中国主要轿车企业的纯技术效率逐年提升,而且趋势明显。这也说明作为生产的后发国,中国轿车企业在吸收借鉴先进生产技术和管理方法提升纯技术效率方面享有了一定的后发优势。相比纯技术效率,中国轿车企业的规模效率成为制约技术效率的主要因素,这说明中国轿车业总体上处于规模报酬递增的生产阶段。通过整合产业资源,扩大企业生产规模可以提高中国轿车业的规模效率,进而提升技术效率。

第二,由不同股权结构的轿车企业的效率比较发现,中外合资且股权结构为 1:1 的企业的平均技术效率、纯技术效率和规模效率都是最高的,而且与其他组别之间的差异都很显著,民营企业的平均技术效率和纯技术效率是最低的,而且虽然其规模效率值相比国有及国有控股企业略高,但差异性并不显著。这说明如果仅从生产效率方面考察,中国轿车企业引进外资的积极作用较为明显。

第三,由不同股本来源的轿车企业的效率对比可见,中资企业的平均技术效率值、纯技术效率值和规模效率值都是最低的,而且与其他组别之间的差异也都很显著,这与按股权结构分析的结果是一致的。

第四,从企业区位对效率的影响来看,位于东部地区的企业的平均效率值都要高于位于西部的企业的平均技术效率值。但除了在技术效率方面差异较显著之外,两者在纯技术效率与规模效率方面的差异不是很显著。可能的解释是,西部地区企业在纯技术效率和规模效率上都要微低于位于东部地区的企业,而两者的结合导致中西部企业在技术效率上显著的低于位于东部的企业。

第五,从企业所属集团间的效率比较来看,上汽集团所属企业的平均技术效率、纯技术效率和规模效率值都是最高的,而且除了在纯技术效率上与一汽集团所属企业的差异不大显著之外,与其他组别在各种效率值上的差异性都很显著。

第六,中国主要轿车企业的动态效率评价结果表明,2002~2004 年中国

轿车业的全要素生产力提升主要源自技术效率变动,而技术效率变动的诱因主要又是规模效率提升。决定全要素生产力的另一个重要因素,技术进步率的贡献有所下降,这些都说明中国轿车业的全要素生产力改善还主要由量的增长来支撑,外延式的生产增长方式总体没有改变。

中国的汽车业一度作为幼稚产业受到较强的政策保护,但是随着中国加入WTO承诺的兑现,政策保护事实上都行将消失,政府产业政策转型成为必然。通过本文的实证研究,至少可以得出如下几点政策建议。

首先,一方面,应从根本上消除对外资投资的限制,因为仅从轿车业来看,外资进入对企业效率提升的积极作用是较为明显的。另一方面,还应取消对民营企业的经营权限制,如产品生产许可证等,因为并没有明显证据表明民营企业的生产效率总是最低的,特别是在规模效率方面。

其次,促进规模经济政策,鼓励企业间的兼并重组应是未来一段时期内中国汽车产业政策的主基调。

最后,旨在增强知识溢出效应的政策内容应该成为未来中国汽车产业政策的重要方面。

由于资料获取等原因,本文只选取了中国12家主要轿车企业4年的投入产出数据做了DEA分析,以及11家企业3年的数据做了Malmquist生产力指数变动分析,虽然样本企业的代表性较强,但样本个数和分析年限都有扩展的空间。而且从投入指标来看,如果能够获取有关人员工资、研发费用、利息支出等更全面详细的数据,分析结论可能更充实。这些都有待今后的研究来补充完善。

#### 注释:

①限于篇幅的原因,文中省略了无母数统计检验的结果,以下相同。

#### 参考文献:

- [1]Banker R D, A Charnes, W W Cooper. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1984, 30:1078~1092.
- [2]Caves D W, L R. Christensen, W E Diewert. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity [J]. Econometrica, 1982, 50: 1393~1414.
- [3]Charnes A, Cooper w w, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2: 429~444.
- [4]Farrell M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, Series A., 1957, 120:253~281.
- [5]Färe R, S Grosskopf, B Lindgren, P Ross. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980~1989: A non-parametric malmquist approach[J]. Journal of Productivity Analysis

- sis, 1992, 3:85~101.
- [6] Seema Sharma. A study on productivity performance of Indian automobile industry: Growth accounting analysis[Z]. APPC2004 Conference Program, hosted by the Centre for Efficiency and Productivity Analysis, School of Economics, University of Queensland, Brisbane, Australia July14~16, 2004.
- [7] Christos Papahristodoulou. A DEA model to evaluate car efficiency[J]. Applied Economics, 1997, 29:1493~1508.
- [8] Inha Oh, Jeong-Dong Lee, Seogwon Hwang, Almas Heshmati. Analysis of product efficiency in the Korean automobile market from a consumer's perspective[Z]. The North American Productivity Workshop, Toronto, Canada, June 22~25, 2004.
- [9] 赵波,王连. 我国汽车产业技术效率及其影响因素实证分析[J]. 生产力研究,2004, (12):157~159.
- [10] 胡洪力. 基于 DEA 模型的中国轿车企业规模经济效益评估. 财经研究. 2004, (10): 77~79.

## Production Efficiency Appraisal to China's Main Car Manufactures Based on DEA Model

BAI Xue-jie, DAI Xiao-hui

(Institute of Industrial Economics, College of Economic and Social Development, Nankai University, Tianjin 300071, China)

**Abstract:** This paper evaluates the production efficiency of the 12 main car manufactures in China from year 2001 to 2004 by Data Envelopment Analysis (DEA) and analyses their efficiency changes by Malmquist Productivity Index (MPI). The results demonstrate that the production efficiency of China's main car manufactures shows a rising trend. Meanwhile, the factors such as ownership structure, location and which group it belongs to may have impact on the technique efficiency, pure technique efficiency and scale efficiency of car manufactures. The dynamic analysis of efficiency demonstrates that China's car industry is now in a phase that relies on scale enlargement. The technique development contributes little to the rising of production efficiency. This means that in order to improve the production efficiency of China's car industry, we must make effort to impulse the technique improvement and increase its contribution to the development of total factor productivity of the industry.

**Key words:** data envelopment analysis (DEA); car manufactures; efficiency; dynamic efficiency

(责任编辑:周一叶)